

5. Разживин А.Е. Исследование некоторых вопросов процесса прессования и разработка способов повышения качества ДСтП: Дис. ... канд техн. наук. Красноярск, 1971. 173 с.

6. Жуков В.П. Исследование влияния технологических факторов прессования на толщину ДСтП: Дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 1966. 197 с.

УДК 674.815+621.319

В.В. Огурцов, Ю.С. Баранов
(Красноярская государственная
лесотехническая академия)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС СМЕШИВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ С ПОРОШКО- ОБРАЗНЫМ СВЯЗУЮЩИМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Для получения качественной древесно-клеевой композиции предложено смешивать порошкообразное связующее с древесными частицами в электрическом поле. Определены характеристики электрического поля и древесных частиц, влияющие на равномерность осаждения связующего на частицы и их адгезионное взаимодействие.

В данной работе была выдвинута гипотеза о возможности повышения производительности цеха ДСтП за счет сокращения цикла прессования путем замены жидкого связующего на порошкообразное. При этом предполагалось, что с использованием порошкообразного связующего вместо жидкого сокращается цикл прессования ДСтП и снижаются затраты электроэнергии и соответственно себестоимость ДСтП, так как отпадает необходимость в удалении влаги, вносимой связующим. Учитывалось и то, что при замене жидкого связующего на порошкообразное возникает ряд достаточно сложных задач. Во-первых, необходимо обеспечивать равномерное распределение порошкообразного связующего по всему объему древесностружечного пакета. Во-вторых, нанесенное связующее следует надежно закреплять на древесных частицах и не допускать его перераспределения по объему древесно-клеевой композиции при транспортировке.

В качестве порошкообразного связующего использовалась мочевиноформальдегидная смола марки УКС-2 с диэлектрической проницаемостью 4, плотностью $1,4 \text{ г/см}^3$ и влажностью 2-3%.

При исследовании электрофизических свойств частиц древесины и связующего целесообразно представлять их соответственно в виде трехосного эллипсоида и сферы с постоянными значениями плотности, проводимости и диэлектрической проницаемости.

При движении заряженной частицы в электрическом поле на нее действуют силы, равнодействующая которых определяется выражением:

$$F = F_n + F_c + F_a + F_g + F_v + F_c, \quad (1)$$

где F_n - электростатическая сила; F_c - кулоновская сила; F_a - архимедова сила; F_g - сила тяжести; F_v - сила электрического ветра; F_c - сила сопротивления среды при движении частицы.

Проведенные расчеты показали, что вклад этих сил в закон движения частицы различен. Так, электростатическая сила в 10^4 раз меньше силы кулоновского взаимодействия, поэтому ею можно пренебречь. Архимедова сила в 10^3 раз меньше, чем сила сопротивления среды и в практических расчетах ее можно не учитывать. Сила электрического ветра ничтожно мала и учитывается только для частиц размером менее 250 мкм. Следовательно, силами, определяющими закон движения частиц, являются: кулоновская сила F_c , сила тяжести F_g и сила сопротивления среды F_c (рис. 1).

Наибольшее влияние на движение древесной частицы в электрическом поле будут оказывать две силы: F_c - кулоновская сила, которая перемещает частицу в направлении электрического поля и зависит от напряженности электрического поля и заряда частицы; F_g - сила тяжести, которая в основном определяет траекторию ее движения.

Наибольшее влияние на движение порошкообразного связующего в электрическом поле оказывает кулоновская сила - она на три порядка больше силы тяжести, под действием которой частица двигается по силовым линиям электрического поля.

Из анализа сил, действующих на заряженные частицы в электрическом поле, можно представить следующую картину их смешивания. Древесные частицы, обладая значительной массой, плохо управляются электрическим полем. Движение этих частиц

происходит под действием сил тяжести с ориентацией по силовым линиям электрического поля. Частицы связующего, легко управляемые электрическим полем, в межэлектродном пространстве перемещаются по его силовым линиям, пронизывают поток древесных частиц. Таким образом, частицы порошкообразного связующего и древесины, заряженные разноименно, взаимодействуют друг с другом с осаждением частиц связующего на древесные частицы [1].

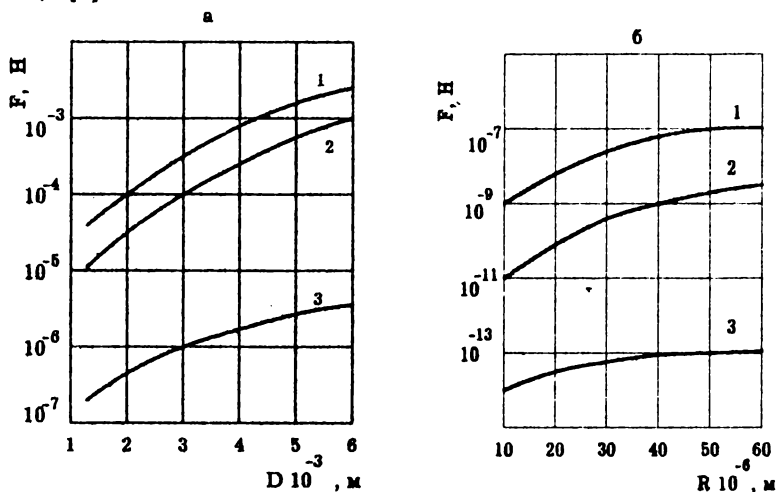


Рис. 1. Зависимости сил, действующих на древесную частицу *а* и на частицу связующего *б* в электрическом поле, от ее размеров: *D* - номинальный диаметр трехосного эллипсоида, *R* - радиус частиц; 1 - кулоновская сила; 2 - сила тяжести; 3 - сила сопротивления среды

По технологии производства ДСтП после процесса смешивания древесно-клеевая композиция подвергается различного рода транспортировке. В результате этого происходит перераспределение связующего по ее объему, что приводит к ухудшению качества готовой продукции. Поэтому задача состоит не только в том, чтобы равномерно распределять связующее по объему древесно-клеевой композиции, но и чтобы адгезионные силы надежно удерживали связующее на древесных частицах при значительных вибрационных нагрузках.

Рассмотрим силы, влияющие на адгезионное взаимодействие между частицами. Равнодействующая этих сил определяется из выражения:

$$F = F_M + F_{\mathcal{E}} + F_K + F_{\mathcal{Z}} + F_{\text{кап}} , \quad (2)$$

где F_M - молекулярная сила; $F_{\mathcal{E}}$ - электрическая сила; F_K - кулоновская сила; $F_{\mathcal{Z}}$ - сила зеркального отображения; $F_{\text{кап}}$ - капиллярные силы.

Вклад этих сил в адгезионное взаимодействие различен. Анализ показывает, что основной силой, определяющей адгезионное взаимодействие, является кулоновская сила (рис. 2). Следовательно, адгезионное взаимодействие порошкообразных частиц с древесной частицей зависит в основном от величины их зарядов, которые, в свою очередь, зависят от напряженности электрического поля, влажности окружающей среды и от собственной влажности частиц.

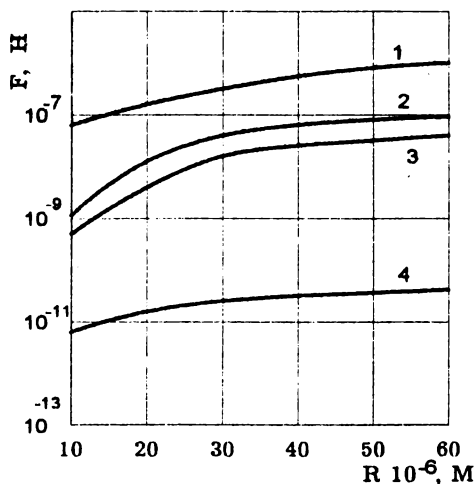


Рис. 2. Зависимость сил адгезионного взаимодействия от размеров частиц: 1 - сила молекулярного взаимодействия; 2 - кулоновская сила; 3 - сила зеркального отображения; 4 - сила тяжести

Для определения влияния различных факторов на процесс нанесения порошкообразного связующего на древесные частицы были разработаны и изготовлены специальные установки. Установка для нанесения порошкообразного связующего состоит из высоковольтного источника питания, торсионных весов, компрессорной установки и специальной камеры для нанесения связующего. Стенд для определения адгезионного взаимодействия включает в себя следующие блоки: вибростенд, звуковой генератор, усилитель мощности, блок питания и контрольные приборы [2].

При нанесении порошкообразного связующего на древесные частицы в электрическом поле варьировалась напряженность электрического поля, влажность древесных частиц и влажность окружающей среды. Проведенные эксперименты подтвердили результаты теоретических исследований. Основное влияние на процесс нанесения связующего оказывает напряженность электрического поля (рис. 3). При его увеличении от 0 до 2 кВ/см количество нанесенного связующего возрастает, дальнейшее увеличение напряженности приводит к его снижению. Объясняется это тем, что частицы связующего, осевшие на древесной частице, отгаливают одноименно заряженные частицы связующего, находящиеся в воздухе.

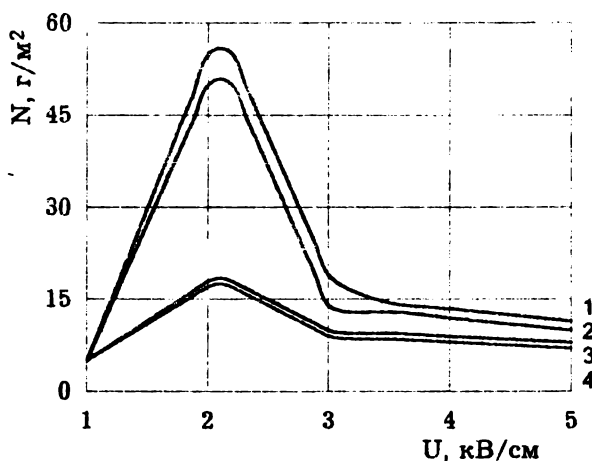


Рис. 3. Зависимость количества N нанесенного (1,2) и оставшегося (3,4) связующего на древесной частице от напряженности электрического поля U : 1 - $W_{др}=20\%$; 2 - $W_{др}=12\%$; 3 - $W_{др}=20\%$; 4 - $W_{др}=12\%$

Зависимость количества нанесенного порошкообразного связующего от напряженности электрического поля описывается регрессионным уравнением (3). Коэффициенты корреляции близки к единице (коэффициенты уравнения приведены для $U=5$ кВ/см и $W_{др}=12\%$).

$$Y = \frac{X}{(2,735 X^2 - 0,536 X + 0,003)} \quad (3)$$

При увеличении напряженности электрического поля возрастают заряды частиц связующего и древесины. За счет этого возрастают адгезионные силы. В результате большее количество связующего остается на древесной частице после испытания на вибростенде (рис. 4).

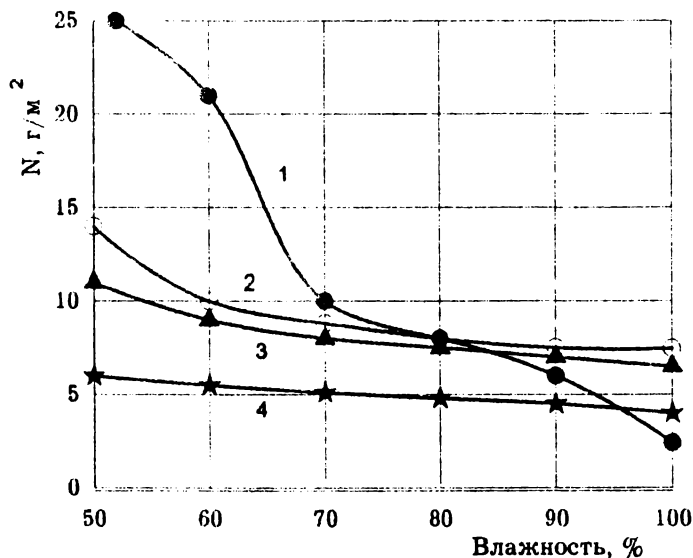


Рис. 4. Зависимость количества N оставшегося связующего на древесной частице от влажности окружающей среды при $W_{др}=12\%$ и при напряженности электрического поля: 1 - 2 кВ/см; 2 - 3 кВ/см; 3 - 4 кВ/см; 4 - 5 кВ/см

Изменение относительной влажности окружающей среды оказывает влияние как на процесс нанесения связующего, так и на адгезионное взаимодействие между древесной частицей и связующим (см. рис. 4). Увеличение влажности вызывает уменьшение заряда частиц, что приводит к уменьшению наносимого связующего, а также к уменьшению адгезионного взаимодействия.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показывают, что при изменении влажности окружающей среды от 50% до 100% силы электрического поля существенно уменьшаются. Это ослабление кулоновской силы приводит к уменьше-

нию количества наносимого порошкообразного связующего на древесные частицы в 2...3 раза.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать следующие основные выводы и рекомендации.

1. Для получения качественной древесно-клеевой композиции частицы порошкообразного связующего и древесины после разноименной зарядки смешиваются в электрическом поле. При этом частицы связующего, легко управляемые электрическим полем, перемещаются по силовым линиям поля, пронизывая поток более инерционных древесных частиц и осаждаясь на них равномерно.
2. Величина заряда древесной частицы в поле высокого напряжения зависит от ее размеров, а время заряда - от ее влажности. В условиях производства ДСтП для получения максимального заряда древесной частице необходимо находиться в электрическом поле напряженностью 4...5 кВ/см примерно 0,1...0,3 с. При установившейся скорости движения древесных частиц 2,5...2,8 м/с размеры зарядного устройства составляют 0,25...0,8 м.
3. Величина заряда порошкообразной частицы связующего зависит в основном от ее размеров и напряженности электрического поля. Для требуемой управляемости движением частиц в пространстве их размеры не должны превышать 100 мкм. Напряженность электрического поля должна регулироваться в пределах 3...5 кВ/см.
4. После равномерного распределения связующего по объему древесных частиц их необходимо «скрепить» таким образом, чтобы не происходило перераспределение компонентов в процессе их различных перемещений. С увеличением напряженности электрического поля возрастают адгезионные силы между частицами древесины и связующего. При напряженности электрического поля не менее 4 кВ/см обеспечивается надежное закрепление частиц связующего на древесине.
5. На адгезионное взаимодействие порошкообразных частиц с древесиной оказывает отрицательное влияние влажность окружающей среды. Для получения качественной древесно-

клеевой композиции необходимо поддерживать влажность воздуха не более 50%.

Результаты исследований приняты техническими советами АО КИСК и Овсянкинский ДПК для использования при реконструкции цехов ДСтП.

Литература

1. А.с. 642212 СССР, МКИ В27 N3/18. Устройство для смешивания древесных частиц со связующим/ Востров В.Н., Вайс А.А., Баранов Ю.С. № 2500514/29-15; Заявл. 23.06.77; Оpubл. 1979, Бюл. №2.

2. Баранов Ю.С., Вайс А.А., Востров В.Н. К вопросу изменения адгезионных сил порошкообразного связующего на древесине// Стандартизация и измерительная техника: Межвуз. сборн. науч. трудов. Красноярск: КПИ. 1978, №4. С. 115-117.

УДК 678.652+674.815-41

В.Г. Буриндин, В.В. Глухих, С.В. Томилова,
Т.А. Глазырина
(Уральская государственная лесотехническая
академия)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КАРБАМИДНОЙ СМОЛЫ ПКП-11 ДЛЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Проведены промышленные эксперименты получения малотоксичной карбамидной смолы марки ПКП-11 периодическим способом на технологической линии ПК "Полимер" АООТ "Уралхимпласт" (г. Нижний Тагил). Получены статистические модели влияния технологических факторов на свойства полупродуктов, готовой смолы и ДСтП, достоверность которых подтверждена выпуском опытно-промышленных партий КФС и ДСтП на их основе.

Для управления технологическими процессами необходимо знать количественные взаимосвязи между значениями технологических параметров и свойствами готовой продукции. Знание этих закономерностей позволяет не только прогнозировать ход техно-